

Альфред Вегенер и его идеи

К 100-летию со дня рождения

Е. Е. Милановский



Евгений Евгеньевич Милановский, член-корреспондент АН СССР, заведующий кафедрой исторической и региональной геологии Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Занимается вопросами региональной геотектоники, неотектоники и вулканизма геосинклинальных и рифтовых областей. Исследователь геологии Кавказа и других горных стран Альпийского пояса, рифтовых зон Восточной Африки и Исландии. Неоднократно публиковался в «Природе».

В ноябре 1980 г. научный мир отмечает две памятные даты, связанные с жизнью знаменитого немецкого метеоролога, полярного путешественника, геофизика и тектониста Альфреда Лотара Вегенера: 1 ноября исполняется 100 лет со дня его рождения, а в конце ноября (точная дата неизвестна) — 50 лет со времени его трагической гибели во льдах Гренландии. Имя Вегенера хорошо известно самым широким кругам исследователей нашей планеты, и никого оно не оставляет равнодушным. Мало найдется подобных Вегенеру естествоиспытателей XX в., чьи смелые идеи оказали бы такое мощное стимулирующее влияние на развитие наук о Земле и планетах, а также на протяжении многих десятилетий вызвали бы столь острые разногласия, горячие неутрачивающие споры и тем самым способствовали бы прогрессу в познании истории Земли и поискам закономерностей ее эволюции. Вместе с тем трудно назвать другого ученого, чья мужественная личность вызывала бы столь глубокое уважение и восхищение как преданных сторонников, так и убежденных противников его взглядов.

Альфред Вегенер родился в семье доктора теологии Рихарда Вегенера в Берлине, здесь же он окончил гимназию. Образование свое Вегенер продолжил в Гей-

дельбергском и Иннсбрукском университетах, где специализировался по астрономии. Затем он работал в Астрономическом обществе в Берлине и в 1905 г. защитил диссертацию, получив степень доктора философии. Однако астрономом Вегенер не стал. По примеру своего старшего брата Курта и следуя его совету, Вегенер избрал своим поприщем науку, позволяющую более тесно общаться с природой и совершать полярные путешествия: он избрал метеорологию. Вегенер поступил в недавно созданную Аэрологическую обсерваторию в Линденберге, где уже работал Курт Вегенер, и с головой погрузился в изучение атмосферных явлений. Здесь впервые раскрылся талант молодого ученого, его дар наблюдателя и экспериментатора. Интересно, что в 1906 г. во время одного из полетов на аэростате Альфред и Курт Вегенеры продержались в воздухе 52 часа, побив на целых 17 часов тогдашний мировой рекорд продолжительности полета на воздушном шаре.

В том же 1906 г. сбывается мечта Вегенера о дальних арктических экспедициях. Его приглашают в качестве метеоролога в большую датскую научную экспедицию, которая отправляется в северо-восточную часть Гренландии. Два года проводит здесь Вегенер, совершая долгие марш-

руты на собачьих упряжках вдоль восточного побережья острова между 74° и 81° с. ш., исследуя высокие слои атмосферы с помощью змеев и привязанных шаров. Во время этой экспедиции близким его другом становится известный полярный исследователь капитан И. Кох. Вместе они мечтают о новом путешествии в Гренландию и намечают его планы. Экспедиция была трудной и не обошлась без жертв; в числе их был и ее руководитель М. Эриксен.

Вернувшись в 1908 г. в Германию, Вегенер становится приват-доцентом Марбургского университета, где читает лекции по астрономии и метеорологии и обрабатывает богатейшие материалы своих научных наблюдений в Гренландии. В этот менее чем четырехлетний марбургский период Вегенер работает необычайно продуктивно: одновременно с научными результатами Гренландской экспедиции он публикует еще более 40 работ. Читая курс «Термодинамика атмосферы», он готовит к печати монографию под тем же названием. В ней Вегенер дает физическое обоснование метеорологических процессов, которые обуславливают погоду, рассматривает вертикальный разрез атмосферы и ее слоев (напомним, что стратосфера была открыта всего за несколько лет до этого), предлагает физическое объяснение смерчей и ряда оптических атмосферных явлений — миражей, гало и т. д. Несмотря на быстрое развитие метеорологии, этот выдающийся труд Вегенера, впервые увидевший свет в 1911 г. и переизданный в 1924 г., сохранял свое научное значение в течение нескольких десятилетий; об этом, в частности, говорит публикация его русского перевода в СССР в 1935 г.

Уже в начале преподавательской деятельности Вегенер показал себя как талантливый педагог. О самых сложных вопросах он умел говорить удивительно просто и доходчиво. В своих лекциях Вегенер использовал материалы собственных наблюдений и иллюстрировал изложение своими прекрасными фотографиями. Его ученик и будущий сподвижник И. Георги вспоминал, что Вегенер всегда прилагал величайшие усилия, чтобы и в специальных работах быть предельно понятным, а не адресоваться только к наиболее искушенным знакам¹. Характерной чертой Вегенера бы-

ло открытое и доверительное отношение к своим студентам. Ему была присуща необычайно высокая честность во всем, полное отсутствие претенциозности, позы и свойственного многим стремления казаться чуть более значительными, чем они есть.

В 1910 г. в жизни Вегенера происходят два события, во многом определившие его дальнейшую личную и творческую судьбу. В этом году он впервые встречается в Гамбурге с профессором В. П. Кёппеном — в то время уже всемирно известным метеорологом и климатологом. Владимир Петрович Кёппен, родившийся и выросший в России и волею судеб уже в зрелые годы оказавшийся в Германии, был сыном известного русского статистика, демографа и этнографа академика П. И. Кёппена. Гамбургская встреча положила начало творческому сотрудничеству и тесной дружбе двух выдающихся ученых, продолжавшейся до самой смерти Вегенера. Вскоре их дружбу скрепили семейные узы: через три года дочь Кёппена Эльза стала женой Альфреда Вегенера.

В том же 1910 г. в научную работу Вегенера, до этого всецело сосредоточенного на вопросах метеорологии, внезапно вторглись самые кардинальные проблемы геологии. И всю свою дальнейшую жизнь Вегенер разрывался между вопросами истории Земли, глубинного ее строения, происхождения тектонических движений, с одной стороны, и метеорологией — с другой. В своей знаменитой книге «Происхождение материков и океанов» он рассказывал: «В 1910 г. при рассмотрении карты земного шара, под непосредственным впечатлением параллелизма берегов Атлантического океана, мне впервые пришла в голову мысль о горизонтальных перемещениях континентов, но я оставил ее тогда без внимания, считая невероятной. Но осенью 1911 г. мне случайно попала в руки обзорная работа о неизвестных мне до того палеонтологических данных, указывающих на существовавшие некогда сухопутные связи между Бразилией и Африкой. Это заставило меня предпринять, прежде всего, беглый просмотр относящейся к данному вопросу геологической и палеонтологической литературы, причем тотчас же обнаружились столь важные подтверждения, что я пришел к твердому убеждению в правильности моих предположений. 6 января 1912 г. (т. е. уже через 2—3 месяца после этого. — Е. М.) я впервые изложил свою идею в докладе, прочитанном в Геологическом обществе во Франкфурте-на-Майне и озаглавленном

¹ В письме В. П. Кёппену Вегенер полупутиливо признавался, что труды со сложными математическими выкладками, в которых он не может даже ощутить суть предмета, кажутся ему ошибочными или не имеющими смысла.

«Образование крупных форм рельефа земной коры (континентов и океанов) на основании геофизических данных». За этим докладом 10 января последовал другой — «О горизонтальных перемещениях континентов» в Обществе содействия естественным наукам в Марбурге.

В том же 1912 г. появились две журнальные публикации Вегенера по этому вопросу. Суть их заключалась в утверждении и попытке краткого обоснования идеи о том, что континентальные массивы с их «корнями», уходящими в глубь Земли до 100 км, представляют собой огромные глыбы относительно легкого твердого вещества — «сиаля», которые, подобно гигантским айсбергам, плавают по относительно более тяжелому субстрату, находящемуся в вязко-жидком состоянии — «симе». В пределах океанических впадин сияль отсутствует, и под толщей воды и слоев осадков в них непосредственно лежит сима. Некогда, в конце палеозойской эры, все современные континентальные глыбы сияля вплотную примыкали друг к другу, образуя единый огромный массив (Пангея, по Вегенеру), окруженный со всех сторон Тихим океаном, занимавшим в то время значительно большую площадь, чем ныне. Затем, в течение мезозойской и кайнозойской эр, Пангея раскололась на ряд глыб, соответствующих современным континентам, которые стали располагаться в разные стороны. Бреши между ними заполнялись поднимающимся веществом симы и, последовательно расширяясь, образовали нынешние впадины Индийского, Атлантического и Арктического океанов. Вместе с тем на других краях сиалических материковых глыб, где они надвигались на древнюю симатическую область Тихого океана, а также там, где на последних этапах развития Земли, в кайнозое, материковые глыбы сближались одна с другой (например, между Евразией на севере, Африкой, Аравией и Индией на юге), — в этих зонах толщи отложений, покрывающие края континентов, сминались в складки, коробились и возникали цепи складчатых гор.

Что касается возможных причин дрейфа континентов, то Вегенер называл два вероятных движущих фактора: это центробежная сила, связанная с вращением Земли, которая заставляет «плавающие» материковые глыбы двигаться от полюсов к экватору, и приливные силы, вызванные влиянием Луны и Солнца, обуславливающие либо дрейф всей Пангеи в западном направлении, либо движение отдельных ее частей с разной скоростью, в ходе которо-

го материк Восточного полушария постепенно отставали от Северной и Южной Америки.

На первых порах мобилистские² идеи Вегенера встретили у большинства ученых прохладный и даже скептический прием, чего, впрочем, и следовало ожидать, поскольку автор привел слишком мало аргументов для их обоснования и к тому же, не будучи геологом, позволил себе судить о самых важных и трудных, «проклятых» вопросах чужой науки. Как уже говорилось, исходным пунктом его идеи был поразительный параллелизм очертаний берегов Атлантики, и в первую очередь Африки и Южной Америки, края которых можно вырезать на карте или глобусе и совместить почти без всяких зазоров и перекрываний. Вначале Вегенер полагал, что он был первым, кому пришла мысль о былом смыкании берегов Атлантики, но вскоре убедился в своем заблуждении.

Идея о былом единстве материков, находящихся по обе стороны Атлантического океана, зародилась еще в эпоху великих географических открытий XV—XVI вв., когда на карту были нанесены берега Африки и Южной Америки. Параллелизм атлантических берегов отмечал и английский философ Ф. Бэкон на рубеже XVI—XVII вв., а французский аббат Пласе издал в 1668 г. книгу под характерным названием: «Доказательства того, что перед всемирным потоком Америка не была отделена от других частей света».

В 1830 г. знаменитый английский геолог Ч. Лайель в своем труде «Принципы геологии» писал о «необходимости изучения следствий изменяющегося положения материков, передвинувшихся, как нам известно, в течение следовавших одна за другой эпох из одной части земного шара в другую». Правда, он исходил при этом не из сходства очертаний берегов, а из стремления объяснить колебания климата различных материков в геологическом прошлом. Лайель предполагал, что в эпохи преобладания жаркого климата все континенты располагались близ экватора, а в эпохи холодного — перемещались по направлению к полюсам³. Примерно в то же время не менее известный немецкий естествоиспытатель А. Гумбольдт размышлял над

² Мобилизмом в геологии называется теоретическая концепция, согласно которой за горизонтальными движениями земной коры признаются большая роль и значительный масштаб — в противоположность фиксизму, склоняющему в пользу вертикальных тектонических движений.



АЛЬФРЕД ВЕГЕНЕР.

1 ноября 1880 г.— ноябрь 1930 г.

сходством очертаний побережий Атлантики и его возможными причинами.

В 1858 г. Е. Снيدر в своей книге «Творение» объяснил происхождение Атлантического океана разрывом древнего материка и дал на составленных им картах реконструкции, поразительно близкие к предложенным спустя 64 года Вегенером. В 1917 г. русский анонимный автор (оказавшийся, как удалось впоследствии выяснить, любителем-самоучкой Е. В. Быхановым) издал в г. Ливнах книжку «Астроно-

мические предрассудки», в которой, основываясь на сходстве очертаний берегов, в свою очередь, предложил гипотезу об образовании Атлантики в результате раздвигания обрамляющих ее материков, причем одним из первых дополнил ее предположением, что этот процесс протекал на фоне общего расширения Земли.

Различные варианты той же мобилистской идеи были предложены во второй половине XIX в. еще несколькими авторами и, наконец, всего за два года до Вегенера, в 1910 г., в наиболее обстоятельной форме — Ф. Тэйлором. Интересно, что все они высказывали свои во многом сходные взгляды независимо друг от друга, не зная об идеях предшественников. Их труды не оказали существенного, а по

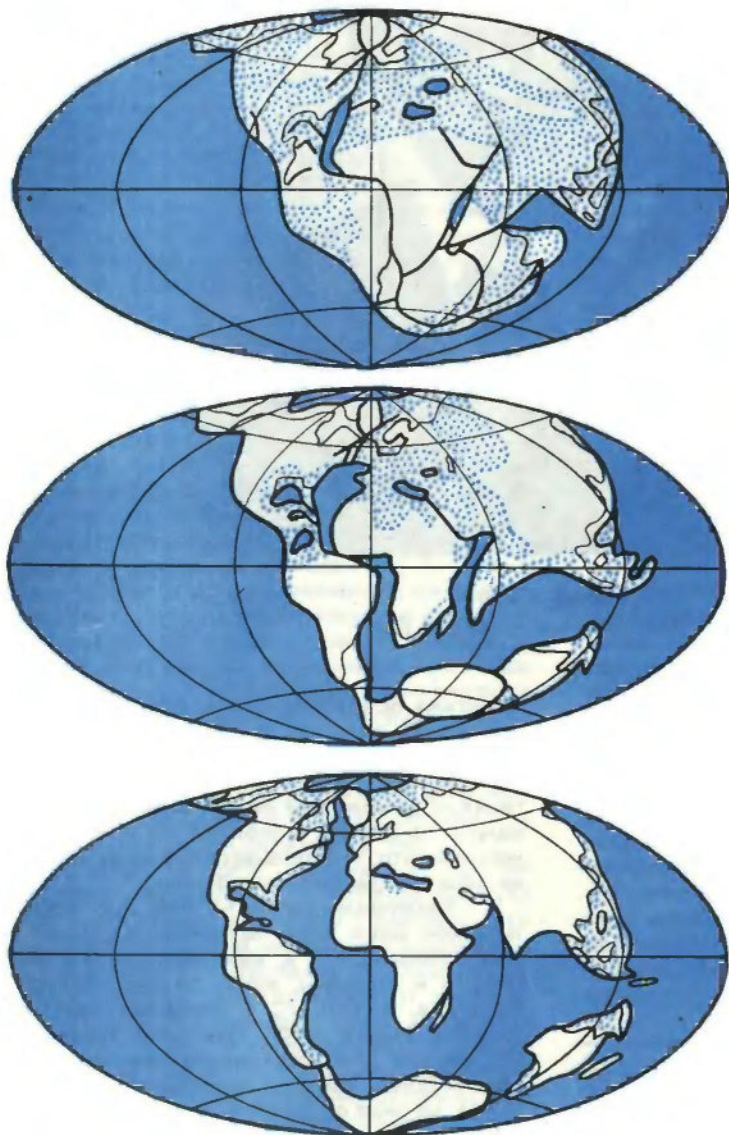
³ Заметим, что, в сущности, такими же перемещениями отдельных материков к полюсам или экватору стремятся объяснить климатические особенности тех или иных эпох и мобилисты XX в.

большей части даже никакого, влияния на развитие теоретической мысли в области геологии. В течение всего XIX и начала XX в. в ней господствовали представления о неизменности взаимного расположения крупных элементов земной коры. Первоначально они основывались на так называемой теории кратеров поднятия, связывавшей горообразование с выпучиванием отдельных участков земной коры под напором магмы, а затем, со второй половины XIX в. — на контракционной теории, объяснявшей происхождение складчатых структур и горных хребтов последователь-

ным охлаждением и уменьшением объема земного шара, приводившим к сморщиванию то тех, то других зон земной коры.

Преодолеть господство этой хорошо разработанной и казавшейся убедительной фиксистой концепции разрозненным голосам мобилистов было не под силу, поскольку их остроумные, но чисто умозрительные построения основывались, в сущности, только на сходстве конфигурации берегов Атлантического океана. В значительной мере это относилось и к первым высказываниям Вегенера. Однако он пошел дальше. Он понял, что сможет убе-

Перемещение материков (по А. Вегенеру): вверху — исходный материк Пангея; в центре — расположение материков в третичном периоде (палеогене и неогене); внизу — расположение материков в начале четвертичного периода. Неглубокие моря на поверхности суши показаны точками.



дить своих оппонентов в справедливости идеи дрейфа континентов лишь в том случае, если ему удастся привести достаточно веские доказательства, основанные на критическом пересмотре огромных материалов, накопленных самыми разными науками о Земле.

Предвидя, что его ждут огромные трудности, Вегенер тем не менее решительно приступает к осуществлению этой задачи. Однако работу вскоре пришлось прервать. Готовилась новая датская экспедиция в Гренландию, куда Вегенер и отправился вместе с капитаном И. Кохом в июле 1912 г. Экспедиции предстояло пересечь ледниковый щит Гренландии с целью изучения метеорологической обстановки во внутренней части острова. Высадившись на восточном берегу у 76° с. ш., Кох и Вегенер находят путь на ледяной щит, поднимают на его восточный край имущество экспедиции и зимуют на Гренландском леднике. Летом 1913 г., двигаясь в юго-западном направлении, они совершают на лыжах более чем 1000-километровый переход по ледниковому панцирю в самом широком месте острова. Потребовалось на него два с лишним месяца. Большую часть пути температура даже днем не поднималась выше -25°C , а ночью падала до -35°C . Кроме самой внутренней части острова, где господствовал штиль, путешественников сопровождали ураганные ветры, дующие от центра ледяного щита к его краям. След экспедиции был отмечен трупамися всех пяти лошадей, погибших в снежной пустыне. В течение всей экспедиции Вегенер и Кох вели метеорологические, гляциологические и геодезические наблюдения. Вегенеру удалось доказать, что крупный антициклон с центром над внутренними районами Гренландии все-таки существует. Используя различные камеры и пластинки, в том числе и редкие в то время цветные, он неустанно фотографировал лед, облака, миражи и т. д. Несколько преувеличивая, Вегенер писал потом, что в экспедиции Коха он практически ничего не делал, кроме фотографирования.

Осенью 1913 г. участники экспедиции вернулись в Европу⁴. Казалось бы, Вегенер вновь может приступить к разработке и обоснованию своей гипотезы континентального дрейфа. Однако менее чем через год эти планы перечеркнула война. Офицер запаса А. Вегенер был мобилизован в германскую армию. Как вспоминал его друг Н. Берндорф, военная служба была для Вегенера очень тяжелой не из-за связан-

ных с ней опасностей и лишений, которых он не страшился, но из-за тяжелого внутреннего конфликта между чувством долга перед родиной и глубочайшим убеждением в бессмысленности войны. Но и в жестоких, казалось бы, самых неподходящих условиях фронтовой жизни Вегенер не прекращает научной работы и урывками трудится над своей будущей книгой о перемещениях континентов и над исследованием о смерчах в Европе. В 1915 г., дважды тяжело раненный, он попадает в госпиталь, где активизирует свою работу, а затем получает длительный отпуск и теперь уже целиком отдается научной деятельности. В эти месяцы 1915 г. Вегенер завершает и публикует свое научное кредо — книгу «Происхождение материков и океанов». Она вызвала большой интерес в Германии и Австрии, но в других странах в связи с войной осталась почти неизвестной.

После отпуска Вегенера направляют в Военно-метеорологическую службу, где он остается до конца войны. В этот относительно благоприятный для его работы период, по-видимому, зарождается интерес Вегенера к метеоритике. Толчком послужил полет метеорита, наблюдавшийся 3 апреля 1916 г. в Земле Гессен. Тщательно проанализировав публиковавшиеся в местных газетах показания очевидцев, Вегенер вычислил траекторию полета метеорита и указал вероятное место его падения, где он вскоре и был найден. Последние месяцы войны Вегенер проводит в оккупированной немецкими войсками Эстонии. Здесь, испросив разрешение у военного начальства, он читает лекции в Дерптском (ныне Тартуском) университете.

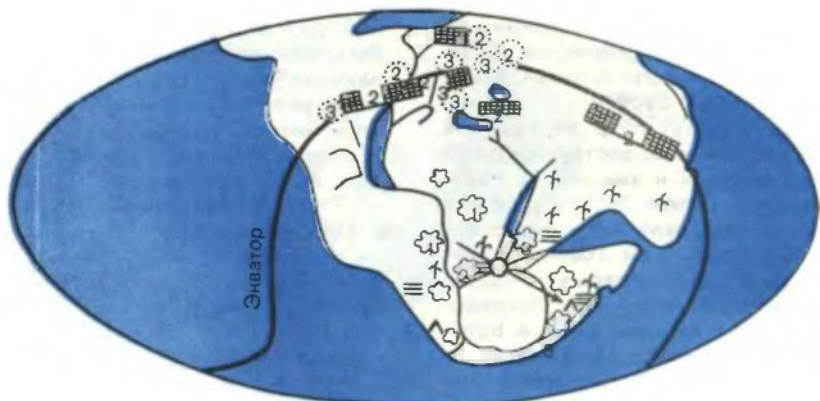
После капитуляции Германии и ноябрьской революции 1918 г. Вегенер, наконец, возвращается к мирному творчеству. Но его место в Марбургском университете занято, и он поступает заведующим метеослужбой в Гамбургскую обсерваторию. Одновременно он становится экстраординарным профессором Гамбургского университета и вместе со своим тестем В. П. Кёппеном организует в Гамбурге геофизический коллоквиум, вскоре приобретший широкую популярность в Западной Европе. В эти первые после-

⁴ Материалы ее в связи с первой мировой войной были опубликованы, причем лишь частично, в 1919 г., а полную обработку и публикацию ее результатов Вегенер из-за длительной болезни Коха смог завершить лишь в 1930 г.

военные годы Вегенер работает с лихорадочной быстротой. Ежегодно появляются его книги: «Через белую пустыню» (совместно с И. Кохом, 1919), 2-е и 3-е издания «Происхождения материков и океанов» (1920 и 1922), «Происхождение лунных кратеров» (1921)⁵, 2-е издание «Термодинамики атмосферы» (1924) и «Климаты прошлого Земли» (совместно с В. П. Кёппеном, 1924). Уже из этого перечня видно, что круг научных интересов Вегенера еще более расширяется.

Наряду с метеорологией и изучением Гренландии его сильно занимают в

хождение. Для проверки «гипотезы падения» он проводит серии экспериментов, наблюдая кратероподобные формы, возникающие на поверхности цементного порошка или вязкой цементной массы при набрасывании на них небольших порций аналогичного материала. Вегенер убедился, что образующиеся при такой «бомбардировке» широкие плоские округлые углубления по своим морфологическим особенностям гораздо ближе к лунным кратерам, чем все известные на Земле формы вулканического рельефа. Кроме того, они сходны с Аризонским



Показатели климата каменноугольного и пермского периодов (реконструкция А. Вегенера). 1 — отложения нижнего карбона, 2 — верхнего карбона, 3 — перми.

	тропические угли
	угли полярных областей
	соль, гипс, безводные области
	лед
	глоссоптеревая флора
	древесина с годовыми кольцами
	Южный полюс

эти годы вопросы планетологии и метеоритики, в особенности природа лунных кратеров. Критически анализируя гипотезы их образования, он приходит к выводу, что большинство из них, в том числе и вулканическая, не могут объяснить особенности морфологии лунных кратеров, и склоняется к их ударному проис-

хождением. Для проверки «гипотезы падения» он проводит серии экспериментов, наблюдая кратероподобные формы, возникающие на поверхности цементного порошка или вязкой цементной массы при набрасывании на них небольших порций аналогичного материала. Вегенер убедился, что образующиеся при такой «бомбардировке» широкие плоские округлые углубления по своим морфологическим особенностям гораздо ближе к лунным кратерам, чем все известные на Земле формы вулканического рельефа. Кроме того, они сходны с Аризонским

кратером в Северной Америке, метеоритная природа которого была в то время уже доказана. Меняя условия опытов, Вегенеру удалось воспроизвести и такие характерные для некоторых элементов лунной поверхности черты, как центральная горка внутри кратера, двойной кратерный вал, радиальные лучи и т. д. Чтобы получить материал для сравнения, Вегенер отправляется на о-в Сааремаа для изучения кратерных воронок (оз. Каалиярв и др.), происхождение которых эстонский инженер А. Рейнвальд совершенно справедливо объяснял падением метеоритов.

В итоге у Вегенера складывается убеждение, что кратеры Луны образовались в результате падения на ее поверхность твердых тел. При этом он не исключал роли вулканических явлений в формировании лунных кратеров, но считал ее вторичной. По его мнению, кратеры с темной внутренней поверхностью (кратерные моря и моря, окруженные валами) показывают, что твердая кора была здесь пробита, а внутренность кратера заполнилась жидкой лавой, которая потом затвердела. При этом высокая температура, вероятнее всего, была вызвана

⁵ В русском переводе см.: Происхождение Луны и ее кратеров. М., 1923.

падениями. Эти высказывания Вегенера звучат удивительно современно⁶.

Развивая свою мысль, Вегенер пришел к выводу, что еще ранее тех падений, следы которых мы видим, происходили другие — гораздо более многочисленные, частые и значительные по размерам. Они-то и обусловили в свое время высокую температуру Луны, которая резко понизилась при затухании процесса бомбардировки. В целом этот процесс должен был заметно увеличить массу Луны, и, в сущности, здесь мы имеем дело с формированием самой Луны, которая образовалась благодаря падению большого количества твердых тел, вращавшихся вокруг Солнца по близким орбитам. Процесс такого собирания вначале протекал, вероятно, медленно, затем некоторое время держался на кульминационной точке (в этот период вызванная падением теплота не могла полностью излучаться в пространство, и температура Луны поднималась выше точки плавления пород), а позднее вошел в стадию затухания. Вегенер считал, что и Землю можно себе представить образовавшейся таким же способом. В этом случае исходное вещество Земли и Луны составляло бы единое единственное кольцо вокруг Солнца, подобное кольцу малых планет... При наступившем затем собирании вещества вместо одной планеты могли образоваться две, причем меньшая попала в сферу притяжения большей. Эти мысли созвучны современным представлениям об аккреции вещества планет земной группы из частиц холодного твердого космического материала и последующем этапе тяжелой метеоритной бомбардировки, во время которого происходило значительное разогревание, по крайней мере внешних частей планетных тел. Как видно из сказанного, Вегенера можно считать одним из пионеров научного направления, получившего название сравнительной планетологии.

Но главные свои усилия в послевоенные годы Вегенер направляет на возможно более полное обоснование и поиски убедительных доказательств своей гипотезы дрейфа континентов. И ему действительно удается найти в разных

науках о Земле много аргументов в пользу своей концепции в целом или отдельных ее положений. Наиболее систематизированно они приведены в 3-ем издании его книги «Происхождение материков и океанов». Упомянем лишь некоторые из них.

Так называемая гипсографическая кривая, т. е. кривая частоты встречаемости различных высот и глубин на земной поверхности, обнаруживает два четко выраженных максимума — океанический (—4700 м) и континентальный (+100 м). Первый соответствует поверхности тяжелой симы, а второй — более легких материковых глыб сиала, плавающих в ней в силу принципа изостазии (равновесия). Принимая те или иные средние плотности симы и сиала, можно вычислить ориентировочную толщину сиалических глыб. Установленные в областях четвертичного оледенения явления глубокого погружения земной коры (сиала) под ледниковую нагрузку и ее быстрого «всплывания» при последующем таянии ледников показывают, что симатический субстрат находится не в твердом, а вязко-жидком состоянии и, следовательно, сиалические глыбы, плавая на нем, способны медленно перемещаться в горизонтальном направлении.

Геологические данные показывают, что некоторые палеозойские складчатые зоны Западного полушария, образовавшиеся до начала распада Пангеи, находят свое продолжение по другую сторону Атлантики — в Африке и Евразии, причем стратиграфические разрезы и характер структур по обе стороны океана оказываются удивительно похожими. Например, продолжением так называемых Сьерр Буэнос-Айреса в Аргентине служат Капские горы в Южной Африке, а каледонских сооружений Северных Аппалач и Ньюфаундленда — одновозрастные структуры Британских о-вов. Конечно, можно допустить, что между этими «обрывками» существовали опустившиеся впоследствии соединительные звенья протяженностью в несколько тысяч километров, но такое предположение кажется маловероятным. Расположение молодых мезозойских и кайнозойских складчатых зон наиболее естественно объяснить тем, что они приурочены к сминающимся фронтальным частям дрейфующих сиалических глыб.

Палеонтологические материалы, в особенности данные о большом сходстве между комплексами ископаемой наземной фауны и флоры, обнаруженными на

⁶ В настоящее время для значительной, если не большей, части кратеров Луны и других планет земной группы (Меркурий, Марс), признается метеоритное (ударное) происхождение, осложненное для наиболее крупных из них последующими вулканическими явлениями, индуцированными ударом.

разных континентах, дают много убедительных свидетельств непосредственных связей между отдельными материками, в частности южными (так называемыми гондванскими), а также между Северной Америкой и Европой — связей, существовавших до середины или конца мезозоя, либо даже до начала кайнозоя. Эти связи были известны и до Вегенера, но они объяснялись путем несколько искусственных допущений о существовавших промежуточных, опустившихся впоследствии, участков суши между этими материками. В равной мере черты сходства и различий, наблюдающиеся в современном животном мире разобщенных ныне материковых и островных массивов суши, позволяют судить, насколько давно нарушились их непосредственные наземные связи с другими континентами.

Некоторые типы осадочных горных пород с заключенными в них органическими остатками — хорошие индикаторы климатических условий, в которых они формировались. Так, например, каменные угли свидетельствуют о влажных (гумидных) климатах приэкваториальной или умеренных зон, соленосные отложения — о жарком, засушливом (аридном) климате зоны пустынь, а морены и их древние аналоги тиллиты, — о древних оледенениях. Допуская (как в свое время и Ч. Лайель), что в прошлом на земной поверхности существовали такие же климатические зоны, что и ныне, очень трудно с позиций неизменности расположения материков и полюсов понять присутствие типичных ледниковых отложений того или иного возраста в современных приэкваториальных областях, а отложений, свойственных влажной приэкваториальной и аридным зонам, — в полярных областях Земли. Однако подобные факты естественно объясняются, если допустить, что во время накопления этих отложений расположение континентальных массивов друг относительно друга, а также по отношению к полюсам резко отличалось от современного. Вегенер и Кёппен детально исследовали эту проблему и с позиций мобилизма рассмотрели палеоклиматические условия, существовавшие на Земле с каменноугольного периода до наших дней, в специальной книге «Климаты геологического прошлого». Особенно эффектное объяснение было дано наличию следов позднепалеозойского материкового оледенения на южных, гондванских, материках, ныне расположенных (кроме Антарктиды) в тропической зоне на огромных расстояни-

ях от полюса и друг от друга. В реконструкции Вегенера и Кёппена все эти ледниковые области в конце палеозоя располагались компактно, вблизи предполагаемого Южного полюса, а синхронные тиллитам отложения — показатели жаркого климата — близ экватора.

Аналогичным образом Вегенер предполагал, что в период четвертичного оледенения ледниковые шапки Европы, Гренландии и Северной Америки составляли единое целое, а эти материковые глыбы непосредственно смыкались одна с другой. При такой реконструкции скорость последующих взаимных горизонтальных перемещений этих глыб должна была достигать нескольких десятков метров в год (!) и поэтому казалась возможной проверка реальности подобных движений путем проведения повторных высокоточных астрономических определений долгот отдельных пунктов на обоих берегах Северной Атлантики, и эта задача была поставлена Вегенером. Впрочем, наука его времени уже располагала некоторыми данными, якобы указывающими на систематическое увеличение расстояний между Европой и Гренландией на протяжении последнего столетия, однако объективный анализ этих данных показал, что возможные ошибки проведенных измерений оказались в несколько раз большими, чем обнаруженная величина раздвигания.

После выхода в свет 2-го и 3-го изданий «Происхождения материков и океанов» научная известность Вегенера и популярность его идей быстро растут как в Германии, так и во всем мире. Эта книга вскоре появляется в переводах на французский, английский, испанский, шведский языки и дважды — на русский (в Берлине в 1923 г. и в Москве в 1925 г.). Глубокий анализ и в целом весьма одобрительную оценку книги Вегенера дает на страницах «Природы» в 1922 г. А. А. Борисяк⁷.

Тем не менее, как это ни странно, в течение ряда лет Вегенер не мог получить кафедры ни в одном из университетов или технических школ Германии. Его кандидатура неоднократно отвергалась на том основании, что интересы Вегенера в значительной мере распространялись на области наук, лежащие за пределами функций той или иной кафедры. Так произо-

⁷ Статья академика А. А. Борисяка «Происхождение континентов и океанов» была перепечатана недавно в юбилейном 750-м номере журнала (1978, № 2).



А. Вегенер в Бонне.

шло во Фрейбургском университете, где он не прошел на кафедру географии из-за своего «физического» уклона, то же было и в других местах. Лишь в 1924 г. Вегенер, наконец, занял созданную специально для него кафедру геофизики и метеорологии в университете г. Граца в Австрии. Последовало несколько лет спокойной и плодотворной работы в творческом сотрудничестве с Кёппеном, также переселившимся в Грац. Росла счастливая и дружная семья Вегенера, появились ученики и новые друзья. Вегенер настолько сжился с Грацем, что отклонил последовавшее вскоре лестное предложение занять кафедру в Берлинском университете.

Однако Гренландия не переставала манить его, и когда в 1928 г. Общество содействия немецкой науке обратилось к Вегенеру с предложением возглавить новую, на этот раз германскую, экспедицию в Гренландию, он без колебаний согласился. И тут же стал настойчиво доказывать, что необходимо значительно расширить ее научную программу, сроки и ассигнования. Добиться этого в обстановке разразившегося в 1929 г. глубокого эконо-

мического кризиса было очень нелегко, но в конце концов Вегенеру это удалось. И 1 апреля 1930 г. большая и сравнительно хорошо по тем временам оснащенная научная экспедиция, руководимая Вегенером, покинула Копенгаген и на корабле «Диско» отплыла к западным берегам Гренландии. Вегенер планировал создать на 71° с. ш. три научных станции, которые должны были работать в течение целого года: одну — на западном краю ледникового щита, другую, связанную с ней, — в центре Гренландии и третью, автономную, — на восточном побережье. Экспедиции предстояло в течение долгого зимнего сезона выяснить климатические условия Гренландии, а также изучить структуру и толщину мощного ледникового щита, распределение температур в нем, а также характер рельефа под ледником. Вегенер хотел определить точные длины некоторых точек острова, которые стали бы достоверным геодезическим доказательством раздвижения материков в Северной Атлантике.

Начало работы неожиданно задержалось. Только через 80 дней после отплытия, когда Баффиново море наконец очистилось ото льда, экспедиции удалось выгрузиться на берег в Камаруюкском



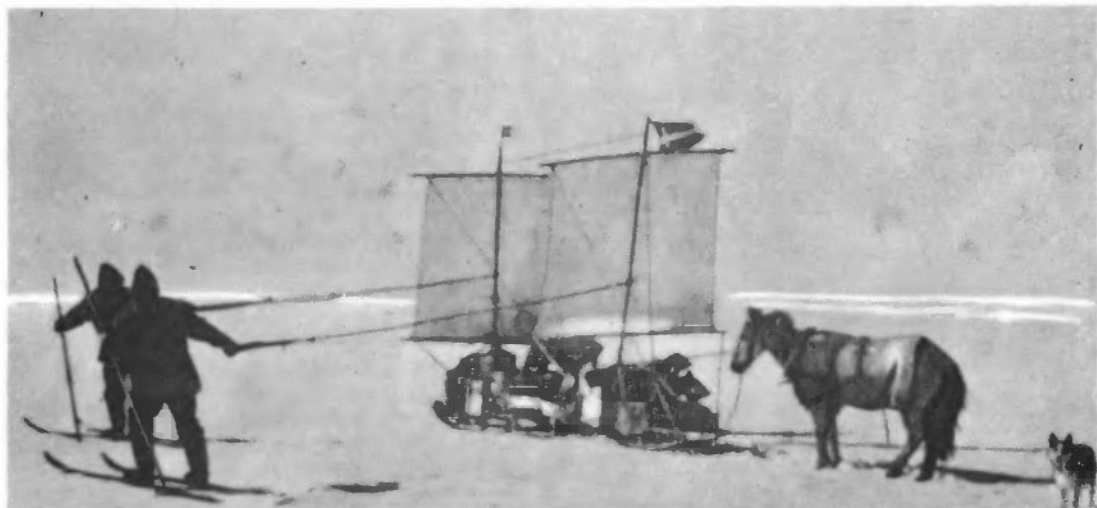
Общий вид станции «Айсмитте».

фьорде и затем с большими трудностями поднять свое имущество по крутому краю ледника к месту, где создавалась Западная станция. Отсюда 15 июля отправилась на восток первая санная группа, которая, преодолев за полмесяца 400 км, основала станцию «Айсмитте» в центре ледникового щита. 18 августа и 13 сентября «Айсмитте» достигли вторая и третья санные партии с грузами. Однако многого, в особенности керосина и продовольствия, для зимовки все еще не хватало, не было также зимнего дома и радиосвязи. Поэтому оставшиеся на станции метеорологи И. Георги и Н. Зорге сообщили Вегенеру в письме, что будут ожидать следующую санную партию до 20 октября, а в противном случае будут вынуждены отправиться обратно на Западную станцию.

В начале октября, когда температура упала ниже -50°C и оставаться в палатке стало невозможным, зимовщики «Айсмитте» перебрались в предварительно выкопанную ледяную пещеру-лабораторию, надежно укрывшую их от штормов и морозов. Температура там не опускалась ниже -10 — -15°C . Так, относительно удобно устроившись, они решили пережить здесь зиму и не возвращаться на станцию. Это было, разумеется, единственно правильным решением, но сообщить о нем без радиосвязи зимовщики не могли. Вегенер между тем предпринимал все меры для оказания помощи станции «Айсмитте». В середине сентября он послал туда аэросани, но они вернулись, не сумев

пробиться через глубокий свежий снег. И тогда 22 сентября Вегенер, гляциолог Ф. Лёве и 13 гренландских эскимосов с 15 собачьими упряжками выступили в направлении «Айсмитте». Они спешили на помощь Георги и Зорге. Но уже через 5 дней девять гренландцев, а спустя 10 дней — еще трое, не выдержав трудностей, отказались двигаться дальше. Вегенеру и Лёве пришлось оставить на 62-м и 120-м километрах почти весь свой груз и в сопровождении 22-летнего эскимоса В. Расмуса пробиваться далее лишь на трех санях. Утопая в глубоком снегу, при сильном встречном ветре и 40 — 50 -градусном морозе путешественники продолжали медленно двигаться на восток. В довершение всех невзгод Лёве обморозил пальцы рук и ног. И все же 30 октября отряд Вегенера достиг «Айсмитте».

Встреча с зимовщиками принесла Вегенеру глубокое облегчение: работа экспедиции, находившейся в критической ситуации, наконец, налаживается. Следующий день — 1 ноября, день пятидесятилетия Вегенера, — был для всех подлинным праздником. Однако продовольствия на «Айсмитте» было слишком мало и Вегенеру надо было решать, оставаться или возвращаться на Западную станцию. Обратный 340-километровый переход (у склада на 62-м километре Вегенера должна была поджидать вспомогательная группа) в условиях надвигающейся полной темноты и 50 -градусных морозов, с полуголодными обессиленными собаками давал мало шансов на благополучный исход. И все же Вегенер решил возвращаться. Лёве пришлось оставить на «Айсмитте»: пальцы ног его бы-



Санная группа германской экспедиции. 1930 г.

ли так сильно обморожены, что их пришлось ампутировать. Обсудив дальнейшие планы и попрощавшись с зимовщиками, в тот же день Вегенер со своим верным товарищем Расмусом на двух упряжках покинул «Айсмитте». Но назад им не суждено было вернуться. Вспомогательная группа тщетно ожидала их на 62-м километре. О судьбе Вегенера ничего не знали ни на Западной станции, где надеялись, что он остался на «Айсмитте», ни на центральной, где предполагали, что он вернулся на запад. Лишь весной 1931 г., когда вышедшая с Западной станции на поиски Вегенера группа достигла «Айсмитте» и встретилась с благополучно перезимовавшими там Георги, Зорге и Лёве, стало окончательно ясно, что руководитель экспедиции погиб.

В конце апреля на 255-м километре были найдены сани, а на 189-м километре — воткнутые в снег лыжи Вегенера. Рядом с ними под покровом снега лежало прикрытое оленьей шкурой, шубой и спальным мешком аккуратно зашитое в чехол тело Вегенера. Костюм его был в полном порядке, глаза открыты, лицо спокойно. По-видимому, он скончался от сердечной слабости после сильного переутомления, не дойдя 137 км до промежуточной базы, и был заботливо похоронен его спутником. Взяв с собой трубку и перчатки Вегенера, его дневник и инструменты, Расмус двинулся дальше на запад, но, как видно, сбился в темноте с дороги и также погиб. Тело его найти не удалось.

После трагической смерти Альфреда Вегенера экспедицию возглавил его брат Курт Вегенер, и осенью 1931 г., успешно завершив свою программу, она вернулась в Германию.

Научный мир был потрясен известием о гибели Вегенера, находившегося в самом расцвете творческих сил. К началу 30-х годов достигла зенита и популярность идей Вегенера, ставшего властителем дум целого поколения исследователей Земли. Мобилизм в 20-х годах — первой половине 30-х годов становится, выражаясь языком современного науковедения, основной парадигмой геологии. Множество геологов и геофизиков, палеогеографов и биогеографов в разных странах принимают его идеи. Появляются талантливые работы, ставшие их дальнейшим развитием. Особенно интересной была книга Д. Джолли⁸, в которой идеи мобилизма органически связаны с представлениями о периодичности развития Земли: о чередовании в ее истории эпох, когда симатический субстрат находился в вязко-жидком состоянии и был возможен дрейф сиалических глыб, с эпохами, когда симатическое основание переходило в твердое состояние, а сиалические глыбы как бы «вмерзали» в него и оставались неподвижными.

Однако начиная с середины 30-х годов наступает период охлаждения и разочарования в мобилизме, и идеи Вегенера почти повсеместно уступают место фиксистским представлениям. Этот период продолжался до конца 50-х, а в нашей стра-

⁸ В русском переводе см.: Джолли Д. История поверхности Земли. М., 1929.



Метеорологи И. Георги и Н. Зорге за рабочим столом на станции «Айсмитте».

не — до 60-х годов. Причин этой смены парадигмы было немало, но главным, пожалуй, было то, что концепция Вегенера была оторвана от основных принципов и обобщений современной геологии. Она не вытекала органически из анализа всего имевшегося тогда материала по геологии континентов, но скорее «выдергивала» из него отдельные факты, пригодные для доказательства ее справедливости. В частности, Вегенер, по существу, не использовал при ее разработке такое фундаментальное и уже широко известное в его время обобщение, как учение о геосинклиналях⁹. Такое игнорирование Вегенером этого учения было неслучайным. С позиции гипотезы дрейфа континентов было трудно или даже невозможно объяснить, каким образом эти глубокие прогибы возникают во фронтальной зоне движущихся материков, почему геосинклинали дрейфуют вместе с материками, непрерывно погружаясь, но вместе с тем в течение длительного времени не подвергаясь смятию (которое происходит лишь в особые ороге-

нические эпохи, завершающие развитие геосинклиналей). Гипотеза Вегенера фактически оставляла без внимания развитие Земли до каменноугольного периода, т. е. во время, составляющее более 90% всей ее геологической истории. Она, как, впрочем, и многие другие геотектонические гипотезы, не могла дать удовлетворительного с количественной точки зрения объяснения причин постулируемых ею горизонтальных движений. Повторные астрономические и геодезические измерения показали, что предполагавшиеся Вегенером скорости относительных горизонтальных перемещений отдельных блоков земной коры порядка метров или десятков метров в год не соответствуют действительности.

Хотя приводившиеся в подтверждение гипотезы дрейфа континентов палеобиологические и палеоклиматические факты в основе своей верны, они могут найти и другие объяснения (например, с позиций предположения о перемещении оси Земли относительно всей земной коры, об опускании отдельных участков суши, связывавших континентальные массивы и т. д.).

В работах крупнейших советских ученых Л. С. Берга, Н. С. Шатского и др. гипотеза Вегенера подвергалась жесткой критике как фантастическая, абсурдная и т. п. Но, справедливости ради, надо

⁹ Геосинклинали — длительно развивающиеся протяженные зоны глубокого погружения и мощной седиментации, на месте которых впоследствии возникают складчатые пояса и горные цепи.

заметить, что не все выдвигавшиеся против нее обвинения являлись вполне убедительными и бесспорно указывали на ее несостоятельность. Так, Н. С. Шатский писал, что открытие зон глубоководных землетрясений по периферии Тихого океана, уходящих под углами $30-60^\circ$ под Азиатский и Южноамериканский континенты до глубин $700-800$ км¹⁰, показывает абсурдность гипотезы А. Вегенера, поскольку наличие столь глубоких длительно существующих зон разломов исключает возможность горизонтальных перемещений. Ныне же существование подобных зон, трактуемых в качестве «зон субдукции» (т. е. пододвигания литосферы Тихого океана под литосферные плиты Азии и Южной Америки), считается одним из краеугольных камней современной модификации мобилизма — новой глобальной тектоники. В действительности же существование подобных зон представляет объективный факт, но характер процессов, происходящих в них, остается пока недостаточно ясным и может трактоваться по-разному; поэтому обе попытки использовать наличие таких зон как решающий аргумент за или против мобилизма являются в равной мере некорректными.

С конца 50-х годов идеи мобилизма вновь начинают возрождаться, и в настоящее время его современная форма — новая глобальная тектоника — стала ведущим направлением геотектонической мысли во многих странах Европы и Америки. Широким признанием пользуется она и среди части советских геологов и геофизиков. Возрождению мобилизма способствовали, прежде всего, достигнутые в послевоенные годы успехи в изучении дна океанов. В частности, были установлены коренные отличия океанической коры от материковой, выявлена мировая система рифтовых зон, в которых происходит раздвижение (спрединг) и образование новой океанической коры, обнаружены полосовидные магнитные аномалии в океане и т. д. Важную роль в «реабилитации» мобилизма сыграли также палеомагнитные исследования, указывающие, что взаимное расположение материковых и островных блоков не было постоянным, а также результаты тектонического изучения многих складчатых областей, говорящие о широком развитии в них покровных деформаций, порожденных сильным боковым сжатием.

¹⁰ Так называемые зоны Заварицкого — Бенъофа.



Могила А. Вегенера в Гренландии.

Возрождение мобилизма вызвало, естественно, и новую волну интереса к творческому наследию Вегенера. Однако современный мобилизм во многом существенно отличается от «классической» вегенеровской концепции. Так, у Вегенера отдельные материковые глыбы «свободно» плавали по субстрату, а, согласно глобальной тектонике, перемещаются «литосферные плиты», которые включают как континенты, так и части океанов и в совокупности целиком слагают верхнюю оболочку Земли. У Вегенера активной движущей силой обладали сами плавающие континентальные глыбы, а в глобальной тектонике континентальные блоки в составе литосферных плит пассивно дрейфуют, покоясь на подвижном пластичном астеносферном слое, расположенном в верхней части мантии. «Мотор» же, приводящий в действие механизм конвективных течений в мантии, следует искать гораздо глубже: возможно, на границе мантии и ядра. Согласно Вегенеру, имеет место лишь относительное перемещение отдельных сиалических глыб по поверхности Земли, а в глобальной тектонике происходит непрерывное «поглощение» части коры в одних зонах земного шара и ее образование — в других.

Несмотря на стройность и изящест-

во, обеспечившие широкую популярность концепции тектоники плит, она разделяется далеко не всеми геологами и геофизиками. Дело в том, что в своей современной форме эта концепция, созданная, прежде всего, для истолкования структуры и происхождения ложа океанов, не в состоянии объяснить многие закономерности строения и развития континентов и, в особенности, их внутренних наиболее древних зон — платформенных областей. С позиций тектоники плит удовлетворительно объясняется лишь самая поздняя, мезокайнозойская стадия истории Земли, составляющая не более 5% ее общей продолжительности, а к докембрию она, по-видимому, очень мало применима. Наконец, геофизические исследования последних лет показали, что так называемый астеносферный слой, по которому будто бы скользят литосферные плиты, в действительности отчетливо выражен лишь под тектонически и вулканически активными зонами океанов и материков, а под другими областями Земли проявляется слабо, либо практически отсутствует. Кора под такими областями оказывается неразрывно связанной с верхней мантией, по крайней мере до глубины 500 км. Следовательно, если подобные области литосферы вообще способны к горизонтальному перемещению, то оно могло происходить либо в виде скольжения гораздо более мощных глыб по очень глубоким слоям мантии, либо лишь в течение отдельных фаз истории Земли, когда (как это уже давно предполагал Джолли) имел место сильный разогрев и хотя бы частичное плавление верхней части мантии.

Итак, неомобилистские представления сталкиваются с весьма серьезными трудностями, и это оправдывает одновременное существование в современной геотектонике других, альтернативных концепций, таких как фиксизм и гипотеза расширения Земли. Последняя, подобно мобилизму, принимает как факт взаимное расхождение континентальных массивов в течение мезокайнозоя, но вместе с тем не отрывает земную кору этих массивов от их очень глубоких мантийных «корней» и, тем самым, позволяет понять длительное унаследованное развитие континентальных структур¹¹. Таким образом, мобилизм в форме плавления континентальных

глыб, созданный более 60 лет назад талантом Вегенера, стал достоянием истории геологической науки. Многие прогрессивные элементы его смелой мобилистской концепции, расшатавшей основания традиционных тектонических представлений, «рациональные зерна» гипотезы Вегенера, равно как и его оригинальные идеи в областях сравнительной планетологии и метеорологии, навсегда остались в золотом фонде науки, вызывая глубокое уважение и неостывающий интерес к замечательной личности и богатому творческому наследию Альфреда Вегенера.

Юбилей Вегенера широко отмечается мировой научной общественностью. В связи с этой датой уже появились первые публикации в научных журналах различных стран. В январе 1980 г. в Западном Берлине прошел международный научный симпозиум, посвященный творчеству Вегенера и дальнейшему развитию его идей. В нем, в частности, приняли участие семеро товарищей Вегенера по последней гренландской экспедиции и одна из его дочерей. В ноябре состоится юбилейная конференция Геологического общества ГДР и совместная юбилейная сессия Московского общества испытателей природы и геологического факультета Московского государственного университета, посвященная творческому наследию Вегенера и роли его идей в современной науке.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Вегенер А. ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЛУНЫ И ЕЕ КРАТЕРОВ.** Пер. с нем. М.— Пг., 1923.
Вегенер А. ПРОИСХОЖДЕНИЕ МАТЕРИКОВ И ОКЕАНОВ. Пер. с нем. М.— Л., 1925.
Вегенер А. ТЕРМОДИНАМИКА АТМОСФЕРЫ. Пер. с нем. М.— Л., 1938.
Борисяк А. А. ПРОИСХОЖДЕНИЕ КОНТИНЕНТОВ И ОКЕАНОВ.— «Природа», 1922, № 2.
Шатский Н. С. ГИПОТЕЗА ВЕГЕНЕРА И ГЕОСИНКЛИНАЛИ.— Избр. труды, т. II. М., 1964.
НОВАЯ ГЛОБАЛЬНАЯ ТЕКТНИКА (ТЕКТНИКА ПЛИТ). Сб., пер. с англ. М., 1974.

¹¹ См.: Милановский Е. Е. Пульсации и расширение Земли — возможный ключ к пониманию ее тектонического развития и вулканизма в фанерозое.— «Природа», 1978, № 7.